

## **MENGANALISIS SENSITIVITAS KETERLAMBATAN DURASI PROYEK DENGAN METODE CPM (STUDI KASUS : PERUMAHAN PURI KELAPA GADING)**

**Failen Pratasik**

**Grace Y. Malingkas, Tisano Tj. Arsjad, Huibert Tarore**

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi

email: handy.yohanes@ymail.com

### **ABSTRAK**

*Proyek konstruksi merupakan rangkaian mekanisme pekerjaan yang sensitif karena setiap aspek dalam proyek konstruksi saling berkaitan antara satu dengan yang lain, oleh karena itu jika terjadi kendala baik dalam penjadwalan ataupun penyediaan sumber daya akan berdampak pada pekerjaan-pekerjaan yang lain dalam pelaksanaan proyek sehingga menimbulkan keterlambatan pada pelaksanaan proyek konstruksi. Keterlambatan mengakibatkan perubahan dalam berbagai komponen pekerjaan proyek, termasuk dari segi biaya proyek yang telah direncanakan. Akibat adanya keterlambatan, biaya yang telah diestimasi dalam tahap perencanaan mengalami perubahan menjadi lebih besar.*

*Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh percepatan durasi dengan Metode CPM pada proyek Puri Kelapa Gading dan juga untuk mengetahui pengaruh percepatan durasi terhadap peningkatan biaya pada pelaksanaan proyek Puri Kelapa Gading.*

*Alternatif percepatan yang digunakan yaitu penambahan jam kerja selama 4 jam tiap harinya dengan mencari lintasan kritis menggunakan metode jalur kritis kemudian dilakukan percepatan untuk mendapatkan pemendekan durasi kegiatan dan slope biaya kegiatan yang berada pada lintasan kritis, selanjutnya dihitung kenaikan biaya dan akumulatif biaya untuk setiap kegiatan. Kemudian dibuat grafik hubungan biaya dan waktu untuk masing-masing kegiatan.*

*Dari hasil analisis didapat biaya optimum pada penambahan jam kerja untuk masing-masing kegiatan dengan biaya penambahan biaya sebesar Rp. 7.540.000,00 dan waktu pemendekan durasi pada lintasan kritis yaitu 16 hari, artinya saat durasi dipercepat akan ada biaya akibat pemendekan durasi tersebut.*

*Kata kunci: jalur kritis, percepatan, slope biaya, metode CPM*

### **PENDAHULUAN**

Proyek konstruksi merupakan rangkaian mekanisme pekerjaan yang sensitif karena setiap aspek dalam proyek konstruksi saling berkaitan antara satu dengan yang lain. Oleh karena itu jika terjadi kendala baik dalam penjadwalan ataupun penyediaan sumber daya, akan memberi dampak pada pekerjaan-pekerjaan yang lain dalam pelaksanaan proyek sehingga menimbulkan keterlambatan pada pelaksanaan proyek konstruksi. Keterlambatan proyek inilah yang menjadi kontribusi utama bagi pembengkakan biaya proyek. Hal yang umum terjadi dalam tahap pelaksanaan pekerjaan konstruksi adalah

keterlambatan waktu pekerjaan yang dilaksanakan terhadap waktu yang tercantum dalam jadwal yang telah direncanakan sebelumnya.

Dalam proyek konstruksi kendala yang seringkali dijumpai antara jadwal rencana dan pelaksanaan pekerjaan proyek di lapangan tidak sesuai, yang dapat disebabkan oleh banyak faktor. Dalam kasus ini, faktor-faktor yang menyebabkan kendala dalam proyek konstruksi yang menyebabkan keterlambatan pekerjaan antara lain: akibat sumber daya pekerja yang kurang kompeten dalam bidangnya sehingga proyek mengalami keterlambatan dari jadwal rencana, selain itu juga keterlambatan terjadi

karena proyek konstruksi memiliki sifat yang khas yaitu tempat kerjanya diruang terbuka yang dipengaruhi cuaca dimana pada waktu pelaksanaan proyek sering terjadi hujan yang tidak dapat langsung diatasi oleh pelaksana proyek dan faktor-faktor penyebab lainnya. Jenis faktor penyebab keterlambatan proyek dipengaruhi oleh lokasi dimana proyek tersebut dilaksanakan, karena berhubungan langsung dengan akses, ketersediaan material, dan kondisi geografis dari lokasi proyek tersebut.

Keterlambatan dalam pekerjaan konstruksi baik pada pekerjaan struktur maupun pekerjaan lainnya umumnya tidak dapat dihindari, sehingga diperlukan kemampuan manajerial yang baik bagi pihak yang terlibat didalam proses konstruksi. Bukan hanya dari pihak kontraktor saja, *owner* juga perlu melakukan estimasi jadwal dan menyiapkan biaya tidak terduga untuk menanggulangi keterlambatan yang diakibatkan oleh hal-hal yang tidak dapat ditanggulangi oleh manusia seperti pengaruh dari alam.

Perusahaan jasa konstruksi juga perlu memikirkan strategi terbaik apabila menghadapi masalah keterlambatan pada jadwal pekerjaan proyek, sehingga pembengkakan biaya yang terjadi dapat ditekan menjadi seminimal mungkin sehingga biaya tersebut masih berada pada rentang yang telah disepakati bersama dengan *owner* dan pekerjaan konstruksi dapat selesai tepat pada waktunya.

Jadwal waktu suatu proyek merupakan alat yang dapat menunjukkan kapan berlangsungnya setiap aktivitas sehingga dapat digunakan pada waktu merencanakan aktivitas maupun pengendalian pelaksanaan proyek secara keseluruhan. Berdasarkan pada kondisi yang kompleks ini perlu adanya perencanaan yang tepat agar tidak terjadi keterlambatan bahkan kerugian dalam pelaksanaannya.

## PROYEK

### Manajemen Proyek

Pengelolaan yang dikenal sebagai manajemen proyek merupakan salah satu metode yang ditawarkan untuk maksud tersebut, yaitu suatu metode pengelolaan yang dikembangkan secara intensif sejak

abad 20 untuk menghadapi kegiatan khusus yang berbentuk proyek.

Kegiatan proyek dapat diartikan sebagai suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang sarasannya telah ditentukan.

### Definisi Proyek

Proyek merupakan suatu rangkaian aktivitas yang dapat direncanakan, yang didalamnya menggunakan sumber-sumber daya (*inputs*) misalkan: uang, tenaga kerja serta peralatan konstruksi untuk mendapatkan manfaat (*benefits*) atau hasil (*returns*) dimasa yang akan datang, aktivitas proyek ini mempunyai saat mulai (*starting point*) dan saat berakhir (*ending point*).

Gray, dkk (1993) menyatakan bahwa Proyek adalah kegiatan-kegiatan yang dapat direncanakan dan dilaksanakan dalam satu bentuk kesatuan dengan menggunakan sumber-sumber daya untuk mendapatkan *benefit* (manfaat).

Menurut Tarore (2002), Proyek adalah suatu kegiatan yang berlangsung dalam waktu tertentu dengan alokasi sumber daya terbatas untuk melaksanakan tugas yang telah ditetapkan.

Dari definisi-definisi tersebut, maka pengertian proyek dalam hal ini merupakan:

- 1) Rangkaian aktivitas
- 2) Penggunaan sumber-sumber daya
- 3) Sesuatu aktivitas yang ada manfaat atau hasilnya dimasa yang akan datang
- 4) Dan ada saat mulai (*starting point*) dan ada saat berakhir (*ending point*)

Didalam proses mencapai tujuan telah ditentukan batasan yaitu besar biaya (anggaran) yang dialokasikan, dan jadwal serta mutu yang harus dipenuhi. Ketiga batasan diatas disebut tiga kendala (*triple constrain*). Ini merupakan parameter penting bagi penyelenggara proyek yang sering diasosiasikan sebagai sasaran proyek.

### Metode Jalur Kritis (CPM)

*Critical Path Method* (CPM) merupakan dasar dari sistem perencanaan dan pengendalian kemajuan pekerjaan yang didasarkan pada *network* atau jaringan kerja. CPM pertama kali digunakan di Inggris pada pertengahan tahun 50-an pada suatu proyek pembangkit tenaga listrik, kemudian dikem-

bangkan oleh *Integrated Engineering Control Group of E.I du Pont de Nemours and Company* yang diprakarsai oleh Walker dan Kelly Jr. pada tahun 1957, keduanya dari Renington Rand, Univac Computer Division, yang dinamakan Penjadwalan Jalur Kritis (*Critical Path Scheduling - CPS*) (Tarore, 2002).

*Critical Path Method* (CPM), adalah metode untuk merencanakan dan mengawasi proyek-proyek merupakan sistem yang paling banyak dipergunakan diantara semua sistem lain yang memakai prinsip pembentukan jaringan. Dengan CPM, jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan berbagai tahap suatu proyek dianggap diketahui dengan pasti, demikian pula hubungan antara sumber yang digunakan dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek. CPM adalah model manajemen proyek yang mengutamakan biaya sebagai objek yang dianalisis. CPM merupakan analisa jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan atau percepatan waktu penyelesaian total proyek yang bersangkutan.

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan terhadap proyek dengan mengumpulkan data dari berbagai sumber yaitu dari studi pustaka (*literature*), peninjauan langsung dilapangan (survey lapangan) dengan cara mengambil data-data proyek serta melakukan wawancara dengan pimpinan proyek dan pengawas lapangan untuk mendapatkan data yang dibutuhkan untuk penelitian ini.

### a. Studi Pustaka (Literatur)

Studi literatur digunakan untuk mendapatkan berbagai informasi tentang *Network Planning* khususnya Metode Jalur Kritis (*Critical Path Method*), alternatif-alternatif untuk mempercepat durasi, penambahan biaya akibat percepatan durasi, serta produktivitas tenaga kerja.

### b. Observasi Lapangan (Proyek)

Sesungguhnya terjadi di proyek. Observasi dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung di lapangan untuk mengetahui metode kerja yang digunakan, dan mengamati ketergantungan kerja yang terjadi di lapangan. Dari hasil

observasi yang dilakukan didapatkan bahwa adanya ketidaksesuaian antara jadwal proyek dan pelaksanaan pekerjaan dilapangan yaitu terjadinya keterlambatan pekerjaan dilapangan dan dari hasil observasi didapatkan juga metode kerja dan ketergantungan antar pekerjaan.

### c. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan mengumpulkan data yang berupa wawancara dengan pimpinan proyek, pengawas lapangan, dan mandor. Wawancara dilakukan untuk mendapatkan data-data seperti: jumlah pekerja, jam kerja, jam lembur, pengalaman kerja, metode dan alat yang digunakan. Dari hasil wawancara dilapangan didapatkan data jumlah pekerja tiap pekerjaan, upah pekerja normal perhari, upah pekerja lembur per hari, metode pekerjaan, ketergantungan tugas, dan produktivitas yang dihasilkan pekerja.

## STUDI KASUS

### Data-data Proyek

Nama proyek : Perumahan Puri Kelapa Gading

Pekerjaan : Pembangunan Perumahan Puri Kelapa Gading Tipe 58, untuk pekerjaan Struktur, Tanah dan Arsitektur.

Lokasi proyek : Kawasan Perumahan PT. Cakra Buana Megah

Luas Lantai : 58 M<sup>2</sup>

Jumlah anggaran : Rp 179.000.000,00-

Waktu pelaksanaan : 150 (seratus lima puluh) hari kerja.

Pelaksana : CV. Sibela Gunung Mas

Dari penelitian yang dilakukan dilapangan, dengan melakukan observasi dan wawancara didapatkan hasil evaluasi dari proyek pembangunan Perumahan Puri Kelapa Gading yaitu:

- Adanya kendala dalam pengadaan bahan-bahan bangunan di lokasi
- Tenaga kerja dilapangan kurang profesional sehingga terjadi penundaan/keterlambatan pekerjaan.
- Dapat dilakukan penghematan durasi.

Dari hasil evaluasi diatas, maka akan dilakukan perbaikan yaitu dengan melakukan penjadwalan kembali dan diadakan per-

cepatan durasi sehingga penundaan atau keterlambatan pekerjaan akibat hal-hal diatas dapat teratasi. Penjadwalan kembali ini dilakukan dengan menggunakan metode jalur kritis dan untuk mempercepat durasi pekerjaan dilakukan dengan menggunakan alternative lembur.

Lama kegiatan secara keseluruhan dengan waktu normal serta hubungan antar kegiatan dapat dilihat pada Tabel 1, dari data durasi proyek normal serta ketergantungan antar kegiatan yang ada bisa disusun sebuah diagram jaringan kerja untuk durasi normal.

Tabel 1. Hubungan Antar Kegiatan &amp; Lama Kegiatan

Simbol	Uraian	Kegiatan	
		Kegiatan Pengikut	Lama Kegiatan (Hari)
A	Perancah, pengukuran, bouwplank dll.	C	5
B	Pek. Galian tanah pondasi	D	3
C	Pek. Urugan Pasir	E	3
D	Pek. Pas. Batu Pondasi	F	10
E	Pek. Timbunan Tanah kembali bekas galian	G,K	3
F	Pek. Cor Sloof	I	8
G	Pek. Pasang Dinding Bata	H	25
H	Pek. Cor Balok Latei	N	4
I	Pek. Cor Kolom Utama	J	6
J	Pek. Cor Kolom Praktis	M	6
K	Pek. Plesteran Dinding Bata	Q	34
L	Pek. Cor Topi	-	4
M	Pek. Cor Ring Balok	O	14
N	Pek. Pas. Bata Sopi2	L	14
O	Pek. Cor Kolom Sopi2	P	10
P	Pek. Cor Ring Balok Sopi2	R	10
Q	Pek. Plesteran Dinding Sopi2	-	4
R	Pek. Rangka atap Baja Ringan	S	14
S	Pek. Pengatapan	-	10

Sumber: Hasil Penelitian

Hasil perhitungan *Float Time* untuk masing-masing kegiatan dapat dilihat pada Tabel 2. dari perhitungan diatas dapat dilihat kegiatan-kegiatan yang termasuk dalam lintasan kritis dan non kritis.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Float Time

i-j	keg	durasi	Paling Awal		Paling Akhir		FLOAT		
			mulai	selesai	mulai	selesai	TOTAL	BEBAS	INDEPT
			EETI	EETJ	LETI	LETJ			
0-1	A	5	0	5	0	14	9	0	0
0-2	B	3	0	3	0	3	0	0	0
1-3	C	3	5	8	14	17	9	0	-9
2-4	D	10	3	13	3	13	0	0	0
3-6	E	3	8	11	17	20	9	0	-9
4-5	F	8	13	21	13	21	0	0	0
6-9	G	25	11	36	20	45	9	0	-9
9-11	H	4	36	40	45	49	9	0	-9
5-7	I	6	21	27	21	27	0	0	0
7-8	J	6	27	33	27	33	0	0	0
6-15	K	34	11	45	20	59	14	0	-9
14-17	L	4	54	58	63	67	9	0	-9
8-10	M	14	33	47	33	47	0	0	0
11-14	N	14	40	54	49	63	9	0	-9
10-12	O	10	47	57	47	57	0	0	0
12-13	P	10	57	67	57	67	0	0	0
15-16	Q	4	45	49	59	63	14	0	-14
13-18	R	14	67	81	67	81	0	0	0
18-19	S	10	81	91	81	91	0	0	0

### Lintasan Kritis

Lama keterlambatan yang telah terjadi ditambah waktu perbaikan penyebab keterlambatan dimana diperlukan waktu untuk menghilangkan kendala-kendala penyebab

keterlambatan. Jumlahnya adalah 30 hari kerja sampai pada pekerjaan dinding. Keterlambatan ini didapat dari selisih waktu rencana pekerjaan dengan waktu sebenarnya yang terjadi dilapangan.

Sesuai dengan *Network Planning* rencana proyek pembangunan Perumahan Puri Kelapa Gading, lintasan kritis akan melalui kegiatan-kegiatan seperti dibawah ini.

Tabel 3. Daftar Kegiatan yang Dilalui Lintasan Kritis

KODE KEGIATAN	JENIS KEGIATAN	DURASI (HARI)
B	PEK. GALIAN TANAH	3
D	PEK. PASANGAN BATU PONDASI	10
F	PEK. COR SLOOF	8
I	PEK. COR KOLOM UTAMA	6
J	PEK. COR KOLOM PRAKTIS	6
M	PEK. COR RING BALOK	14
O	PEK. COR KOLOM SOPI2	10
P	PEK. COR RING BALOK SOPI-SOPI	10
R	PEK. RANGKA ATAP BAJA RINGAN	14
S	PEK. PENGATAPAN	10

Sumber: hasil penelitian

### Analisa Durasi dan Biaya Crash

Contoh Analisis perhitungan durasi *crash* adalah sebagai berikut :

#### Untuk Lintasan Kritis

##### Pekerjaan Kolom (Praktis dan Utama)

$$\text{Volume} = 1,49 \text{ m}^3$$

$$\text{Durasi normal} = 12 \text{ hari} = 96 \text{ jam}$$

$$\text{Produktivitas normal} = \frac{\text{volume}}{\text{durasi normal}} = \frac{1,49 \text{ m}^3}{96 \text{ jam}} = 0,015 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas Crash} &= (8 \text{ jam} \times \text{produktivitas normal}) + (\text{jumlah jam lembur} \times \text{koef.prod} \times \text{prod.Normal}) \\ &= (8 \times 0,015) + (4 \times 0,6 \times 0,015) \\ &= 0,156 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Durasi Crash} &= \frac{\text{volume}}{\text{produktivitas crash}} \\ &= \frac{1,49 \text{ m}^3}{0,156 \text{ m}^3/\text{jam}} \\ &= 9,55 \text{ hari} = 10 \text{ hari} \end{aligned}$$

Normal *cost* pekerja per hari

$$= \text{Rp } 70.000,00$$

Biaya lembur

$$= \text{Rp } 70.000,00$$

Jumlah pekerja

$$= 5 \text{ Orang}$$

$$\begin{aligned} \text{Crash Cost pekerja per hari} &= (\text{Normal cost pekerja per hari} + \text{biaya lembur}) \times \text{jumlah pekerja} \\ &= (70.000 + 70.000) \times 5 \\ &= \text{Rp } 700.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Crash cost total} &= \text{Cost pekerja per hari} \times \text{Durasi crash} \\ &= \text{Rp } 700.000 \times 10 = \text{Rp } 7.000.000,00 \end{aligned}$$

### Perhitungan Slope Biaya

Slope biaya dapat dihitung dengan rumus:  $Sb = \frac{Bd - Bn}{Wn - Wd}$

Dimana  $Sb$  = Slope biaya  
 $Bd$  = Biaya dipersingkat  
 $Bn$  = Biaya normal  
 $Wn$  = Waktu normal  
 $Wd$  = Waktu dipersingkat

Tabel 4. Slope Biaya Masing-masing Kegiatan untuk Lintasan Kritis

kode	waktu normal (hari)	waktu dipercepat (hari)	biaya normal (Rp)	Crash cost (Rp)	Selisih Durasi (hari)	Slope Biaya (Rp/Hari)
B	3	2	332,150	560,000	1	227,850
D	10	8	3,547,347	4,480,000	2	233,163
F	8	6	4,514,826	5,040,000	2	131,294
I	6	5	2,598,907	3,500,000	1	901,093
J	6	5	2,687,308	3,500,000	1	812,692
M	14	11	1,550,290	7,700,000	3	683,301
O	10	8	2,240,317	5,600,000	2	839,921
P	10	8	845,405	5,600,000	2	1,188,649
R	14	11	11,646,250	12,320,000	3	74,861
S	10	8	5,555,340	6,720,000	2	291,165

### Crash Program

Setelah durasi *crash* didapat maka perhitungan biaya *crash* dapat dilakukan sebagai berikut:

#### Untuk Lintasan Kritis

##### Pekerjaan Kolom Praktis

Biaya normal kegiatan = Rp 2.690.000,-

Cost slope = Rp 310.000,-

Waktu dipercepat = 1 hari

Kenaikan biaya = Rp 310.000 x 1  
 = Rp 310.000

Biaya kegiatan setelah dipercepat  
 = Rp 2.690.000 + 310.000  
 = Rp 3.100.000,-

Tabel 5. Hasil Pemendekan Durasi dengan Cara Penambahan Jam Kerja (Lembur)

NO	Kode	tambahan biaya akibat pemendekan	akumulatif tambahan biaya	pemendekan durasi	akumulatif durasi
1	B	227,850	227,850	1	1
2	D	233,163	461,013	2	3
3	F	131,294	592,307	2	5
4	I	901,093	1,493,400	1	6
5	J	812,692	2,306,092	1	7
6	M	683,301	2,989,393	3	10
7	O	839,921	3,829,314	2	12
8	P	1,188,649	5,017,963	2	14
9	R	74,861	5,092,824	3	17
10	S	291,165	5,383,989	2	19

### PENUTUP

Pemendekan durasi pada jalur kritis memberikan waktu yang optimal dibandingkan durasi pada kegiatan non kritis. Percepatan durasi pelaksanaan proyek pada penambahan jam kerja adalah lebih cepat 16 hari kerja dari jadwal pelaksanaan proyek sebelumnya.

Penambahan jam kerja sangat berguna dalam mengurangi durasi waktu proses pelaksanaan proyek dari rencana awal, tetapi sangat berpengaruh pada biaya konstruksi itu sendiri dimana biaya konstruksi meningkat dengan adanya penambahan jam kerja, juga mengurangi produktivitas kerja.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ali Header Tubagus, 1992. *Prinsip-Prinsip Network Planning*, Gramedia, Jakarta.
- Gray, Clive, Payaman Simanjuntak,dkk., 1993. *Pengantar Evaluasi Proyek*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Tarore, Huibert, 2001. *Analisis System Rekayasa Konstruksi*, Sam Ratulangi University, Manado.
- Soeharto, Iman, 1999. *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*, Erlangga, Jakarta.
- Wulfram I. Ervianto, 2002. *Manajemen Proyek Konstruksi (Edisi Revisi)*, Andi, Yogyakarta.